

## **PENGARUH TERAK BAJA DAN BOKASHI SEKAM PADI TERHADAP KEMANTAPAN AGREGAT, BIOMASSA TANAMAN SERTA KORELASINYA PADA TANAMAN BROKOLI DI TANAH ANDISOL LEMBANG**

**Henly Yulina<sup>1</sup>, Rina Devnita<sup>2</sup> dan Rachmat Harryanto<sup>3</sup>**

*<sup>1</sup>Dosen, Fakultas Pertanian, Universitas Wiralodra, Indramayu*

*<sup>2,3</sup>Dosen, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran*

*E-mail : henlyyulina2089@gmail.com*

### **ABSTRAK**

Andisol mempunyai sifat fisika tanah yang baik, namun bermasalah dengan retensi P. Pemberian amelioran untuk mengurangi retensi P, diharapkan dapat mempertahankan bahkan meningkatkan parameter fisika tanah tersebut. Penelitian bertujuan untuk mengetahui interaksi terak baja dengan bokashi sekam padi terhadap kemantapan agregat, biomassa tanaman, serta hubungan kemantapan agregat dan biomassa tanaman brokoli pada Andisol Lembang. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok Pola Faktorial dengan dua faktor. Faktor pertama terak baja dan faktor kedua bokashi sekam padi masing-masing 4 taraf : 0%, 2,5%, 5,0%, dan 7,5%, diulang dua kali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi antara terak baja dengan bokashi sekam padi terhadap kemantapan agregat tanah dan biomassa tanaman, namun terdapat hubungan antara kemantapan agregat dan biomassa tanaman brokoli.

Kata kunci : terak baja, bokashi sekam padi, kemantapan agregat, biomassa tanaman brokoli, Andisol

### **PENDAHULUAN**

Andisol adalah tanah yang berkembang dari bahan induk abu gunungapi (Devnita, 2010) dan mempunyai potensi tinggi untuk pertanian karena memiliki beberapa sifat fisika dan kimia tanah yang baik, seperti bobot isi tanah rendah, permeabilitas tanah tinggi, kandungan bahan organik tinggi dan kandungan unsur hara yang tinggi, meskipun demikian Andisol memiliki beberapa kendala diantaranya ketersediaan unsur P yang rendah.

Rendahnya ketersediaan P pada Andisol disebabkan oleh fraksi koloidnya yang didominasi oleh mineral ordo kisaran pendek, seperti alofan, imogolit, ferihidrit dan kompleks Al-humus (Hardjowigeno, 2003 dan Tan, 1998). Alofan adalah mineral liat tanah yang sangat reaktif (Sukmawati, 2011) karena mempunyai permukaan spesifik yang luas (Uehara dan Gillman, 1981) dan mempunyai banyak

gugus fungsional aktif, seperti Fe dan Al (Bohn *et al.*, 1979) yang bermuatan positif, sehingga dapat mengikat fosfat yang bermuatan negatif. Hal ini yang menyebabkan retensi P pada Andisol sangat tinggi lebih dari 85%.

Silikat dan bahan organik merupakan anion yang memiliki muatan negatif yang tinggi, sehingga dapat melepaskan anion-anion seperti fosfat dari kompleks jerapan (Tan, 1998). Pada penelitian ini silikat terdapat dalam terak baja dan bahan organik dalam bentuk bokashi sekam padi. Pemberian silikat dapat melepaskan ion fosfat dari tapak jerapan dan dapat menurunkan retensi fosfat. Di sisi lain bokashi adalah bahan organik yang difermentasikan dengan EM4 atau Effective Microorganism 4 yang mengandung mikroorganisme fotosintetik, *lactobacillus*, ragi dan fungi *aktinomicetes* yang dapat meningkatkan keragaman dan jumlah mikroorganisme tanah, sehingga dapat memperbaiki kesehatan dan kualitas tanah yang selanjutnya dapat memperbaiki pertumbuhan, mutu, jumlah biomassa dan produksi tanaman (Suyono dkk., 2008).

Bahan organik dapat memperbaiki sifat kimia tanah dengan meningkatkan ketersediaan P tanah (Stevenson, 1982), sedangkan terhadap sifat fisika tanah dengan membentuk dan memantapkan agregat tanah. Tanah dengan agregat yang mantap akan mampu mempertahankan kondisi tanah dari serangan energi luar, seperti energi kinetik curah hujan dan pengolahan tanah (Yulnafatmawita dkk., 2012). Penambahan bahan organik juga dapat meningkatkan biomassa tanaman, seperti biomassa tanaman. Hal ini menunjukkan bahwa bahan organik yang ditambahkan mampu memperbaiki kondisi zona perakaran tanaman, sehingga pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik dan produksi biomasnya lebih tinggi.

Tanaman yang digunakan pada penelitian ini adalah brokoli. Brokoli merupakan tanaman hortikultura yang bernilai tinggi bagi produsen dan konsumennya. Produsen memiliki potensi untuk mendapatkan pendapatan yang lebih tinggi dari usaha yang dilakukannya karena pada umumnya komoditas sayuran memiliki harga jual dan skala komersialisasi yang lebih tinggi dibandingkan komoditas pangan, sedangkan bagi konsumen, memberikan manfaat yang baik untuk kesehatan karena memiliki kandungan gizi yang cukup tinggi (Perdana dkk., 2013). Di Jawa Barat, kubis sebesar 14,439 ha dengan produksi

317,527 ton dan hasil rata-rata 21,99 ton per ha (Badan Pusat Statistik, 2013). Brokoli menghasilkan buah sebagai produk pertaniannya.

Unsur hara P merupakan unsur hara makro yang sangat dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhan dan produksi tanaman (Rasyid, 2012) salah satunya untuk merangsang pertumbuhan akar, mempercepat kematangan buah dan biji (Suyono dkk., 2008). Pemberian terak baja dan bokashi sekam padi diharapkan dapat mengurangi retensi P, meningkatkan ketersediaan P tanah dan memperbaiki kondisi perakaran, sehingga akan meningkatkan biomassa tanaman.

Pengaruh pemberian terak baja dan bokashi sekam padi terhadap sifat kimia tanah telah banyak diteliti dan memberikan pengaruh yang baik terhadap sifat kimia tanah tersebut, namun pengaruhnya terhadap sifat fisika tanah belum banyak diteliti. Diharapkan dengan pengaruh yang baik terhadap sifat kimia tanah juga dapat mendukung perbaikan terhadap sifat fisika tanah yang akan meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman brokoli.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Kebun Percobaan Balai Penelitian Tanaman Sayuran (Balitsa) Lembang, dari September sampai February 2014. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) pola faktorial dengan dua faktor. Faktor pertama adalah terak baja dan faktor kedua adalah bokashi sekam padi, masing-masing terdiri dari empat taraf, yaitu 0%, 2,5%, 5,0% dan 7,5% yang diulang sebanyak dua kali. Total kombinasi perlakuan adalah  $4 \times 4 \times 2 = 32$  pot percobaan. Terak baja diperoleh dari PT. Krakatau Steel dan Bokashi sekam padi telah dibuat di Pedca Unpad. Kombinasi perlakuan dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Kombinasi Perlakuan Terak Baja dan Bokashi Sekam Padi.

Terak Baja (T)	Bokashi Sekam Padi (B)			
	b <sub>0</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>3</sub>
t <sub>0</sub>	t <sub>0</sub> b <sub>0</sub>	t <sub>0</sub> b <sub>1</sub>	t <sub>0</sub> b <sub>2</sub>	t <sub>0</sub> b <sub>3</sub>
t <sub>1</sub>	t <sub>1</sub> b <sub>0</sub>	t <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	t <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	t <sub>1</sub> b <sub>3</sub>
t <sub>2</sub>	t <sub>2</sub> b <sub>0</sub>	t <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	t <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	t <sub>2</sub> b <sub>3</sub>
t <sub>3</sub>	t <sub>3</sub> b <sub>0</sub>	t <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	t <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	t <sub>3</sub> b <sub>3</sub>

Tanah yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari beberapa titik di Balitsa dengan kedalaman 0-20 cm. Tanah kemudian dicampurkan dengan perlakuan dan dimasukkan kedalam 32 polybag (dengan ukuran 60x 60 cm). Inkubasi dilakukan selama 4 minggu. Selama inkubasi berlangsung, secara berkala (1 minggu 2 kali) akan dilakukan penimbangan berat tanah untuk mengetahui apakah terjadi penurunan berat tanah. Jika terjadi penurunan berat tanah selama inkubasi maka dilakukan pemberian air hingga mencapai berat tanah awal (kapasitas lapang).

Brokoli dapat dipanen pada umur 72 hari setelah tanam (Wasonowati, 2009) Pupuk yang digunakan adalah 200 kg ha<sup>-1</sup> Urea, 250 kg ha<sup>-1</sup> SP-36 dan 200 kg ha<sup>-1</sup> KCl dengan jarak tanam 60 cm x 40 cm. Pada saat bunga sudah padat dan kompak dengan cara memotong pangkal batangnya dengan menyisakan 6-7 helai daun sebagai pembungkus bunga. Produksinya berkisar antara 15-30 ton ha<sup>-1</sup> kualitas pasar (Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura, 2013).

Sampel tanah di ambil pada setiap perlakuan dengan bongkahan untuk analisis kemantapan agregat tanah. Kegiatan analisis kemantapan agregat dilakukan di Kegiatan analisis tanah dilakukan di Laboratorium Konservasi dan Fisika Tanah, Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran, sedangkan setelah tanaman brokoli mencapai fase generatif akhir (panen). Tanaman di ambil untuk di timbang biomassa tanamannya, yaitu bagian akar dan pupus tanaman. Setelah masing-masing akar dan pupus tanaman di timbang, lalu di oven dan di timbang kembali. Kegiatan analisis biomassa tanaman dilakukan di Laboratorium Kesuburan Tanah dan Nutrisi Tanaman, Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Kemantapan Agregat**

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa tidak terjadi interaksi antara terak baja dengan bokashi sekam padi terhadap kemantapan agregat tanah pada brokoli. Hasil statistik menunjukkan bahwa kemantapan agregat tanah pada brokoli dipengaruhi oleh pengaruh mandiri bokashi sekam padi (Tabel 2).

Tabel 2. Pengaruh Mandiri Bokashi Sekam Padi terhadap Kemantapan Agregat Tanah pada Brokoli Setelah Panen.

Perlakuan Bokashi Sekam Padi (B)	Kemantapan Agregat Tanah
b <sub>0</sub> (Tanpa bokashi sekam padi / kontrol)	6,75 a
b <sub>1</sub> (2,5 % bokashi sekam padi terhadap media tanam)	3,75 b
b <sub>2</sub> (5,0 % bokashi sekam padi terhadap media tanam)	3,25 b
b <sub>3</sub> (7,5 % bokashi sekam padi terhadap media tanam)	3,25 b

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama, tidak berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%.

Data pada Tabel 2 menunjukkan bahwa penambahan bokashi sekam padi dapat menstabilkan kemantapan agregat tanah pada brokoli. Penurunan terbesar terjadi pada dosis 5,0% (b<sub>2</sub>), yaitu 3,25, namun pada dosis 2,5% (b<sub>1</sub>) bokashi sekam padi, kemantapan agregat tanah pada brokoli sudah menurun. Stabilitas agregat tanah yang mantap dengan nilai 3,75 pada brokoli merupakan media tanam yang baik bagi tanaman.

Bokashi sekam padi berpengaruh mandiri terhadap kemantapan agregat tanah pada brokoli karena pemberian bokashi sekam padi secara volumetrik lebih banyak dibandingkan terak baja. Selain itu perakaran brokoli yang menyebar ke segala arah pada kedalaman 30-50 cm (Haryanto dkk., 2003) menyebabkan bokashi sekam padi lebih berpengaruh nyata dibandingkan terak baja.

Bokashi sekam padi mengandung C- organik yang mempunyai muatan negatif dan positif tinggi. Muatan negatif dari bahan organik (karboksil) itu akan berikatan dengan domain liat yang bermuatan negatif dengan perantara kation Ca, Mg, Fe dan ikatan hidrogen, sedangkan muatan positif dari bahan organik (amine, amide dan amino) akan berikatan dengan domain liat yang bermuatan negatif (Sarief, 1989). Perakaran tanaman juga berkontribusi terhadap kelimpahan bahan organik tanah (Watt *et al.*, 1993) yang berperan dalam menstabilkan agregat tanah dengan mengikat partikel-partikel tanah menjadi agregat.

### Hasil Biomassa Tanaman Brokoli setelah Panen

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa tidak terjadi interaksi antara terak baja dengan bokashi sekam padi terhadap biomassa tanaman brokoli. Hasil statistik menunjukkan bahwa pemberian terak baja dan bokashi sekam padi tidak berpengaruh nyata terhadap biomassa tanaman brokoli (Tabel 3).

Tabel 3. Pengaruh Mandiri Terak Baja dan Bokashi Sekam Padi terhadap Biomassa Tanaman Brokoli Setelah Panen.

Perlakuan	Biomassa Tanaman
Terak Baja (T) dan Bokashi Sekam Padi (B)	Brokoli
t <sub>0</sub> (Tanpa terak baja / kontrol)	146,00 a
t <sub>1</sub> (2,5 % terak baja terhadap media tanam)	130,50 a
t <sub>2</sub> (5,0 % terak baja terhadap media tanam)	138,88 a
t <sub>3</sub> (7,5 % terak baja terhadap media tanam)	126,88 a
b <sub>0</sub> (Tanpa bokashi sekam padi / kontrol)	130,75 a
b <sub>1</sub> (2,5 % bokashi sekam padi terhadap media tanam)	135,50 a
b <sub>2</sub> (5,0 % bokashi sekam padi terhadap media tanam)	138,00 a
b <sub>3</sub> (7,5 % bokashi sekam padi terhadap media tanam)	138,00 a

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama, tidak berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%.

Data pada Tabel 3 menunjukkan bahwa pemberian terak baja dan bokashi sekam padi tidak berpengaruh nyata terhadap biomassa tanaman brokoli. Hal ini disebabkan tanaman brokoli merupakan tanaman yang responsif terhadap pemberian terak baja dan bokashi sekam padi, baik pemberian dosis 0%, 2,5%, 5,0% dan 7,5%. Tanaman brokoli memiliki sistem perakaran akar serabut (*radix primaria*) dan cabang-cabang akar yang bentuknya bulat panjang (silendris), menyebar ke seluruh arah pada kedalaman antara 30 – 50 cm (Haryanto dkk., 2003), sehingga terak baja dan bokashi sekam padi dapat terserap secara merata oleh tanaman.

Data pada Tabel 3 juga menunjukkan bahwa perlakuan tanpa terak baja (t<sub>0</sub>) memberikan hasil biomassa brokoli yang paling tinggi (146 g) dibandingkan pemberian perlakuan terak baja. Pemberian terak baja dengan perlakuan terbanyak

(t<sub>3</sub>) ternyata menghasilkan biomassa brokoli terendah (126,88 g). Hasil analisis logam berat menunjukkan bahwa konsentrasi logam berat Cr dan Cd pada terak baja dalam batas normal, namun masih memberikan efek samping yang kurang baik terhadap pertumbuhan brokoli.

Menurut Priandoko, dkk (2013) logam berat adalah unsur logam dengan berat molekul tinggi, berat jenisnya lebih dari 5 g cm<sup>-3</sup>. Beberapa logam berat yang sering mencemari habitat adalah Hg, Cr, As, Cd dan Pb (Notohadiprawiro, 1993), dalam kadar rendah logam berat umumnya sudah beracun bagi tumbuhan, hewan dan manusia. Logam kromium (Cr) sangat berbahaya karena menyebabkan kerusakan lingkungan. Salah satu dampaknya, bila berlebih di dalam tanah dan mampu di akumulasi oleh tanaman dapat menyebabkan penghambatan pertumbuhan tanaman, menginduksi klorosis pada daun muda dan merusak sel akar (Panda and Choudhury, 2005). Begitu juga dengan kadmium (Cd), pada tumbuhan kadmium dapat menghambat pertumbuhan dengan menginduksi terjadinya oksidasi sitokinin oleh sitokinin oksidase, sehingga aktivitas sitokinin terhenti serta mempengaruhi aktivitas enzim peroksidase yang berperan dalam berbagai fungsi seluler (Umar, 2008), meskipun begitu brokoli tetap dapat tumbuh dengan baik karena brokoli merupakan tanaman sayuran yang termasuk dalam famili *Brassicaceae* (Agusetyadevy *et al.*, 2013) yang mampu mengakumulasi logam berat yang terdapat pada terak baja.

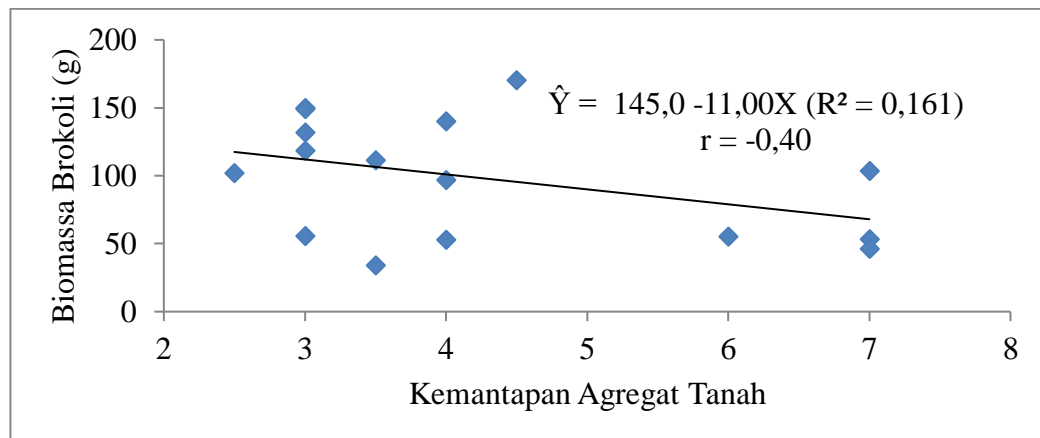
Terak baja selain mengandung logam berat juga dapat meningkatkan ketersediaan ion kalsium (Ca<sup>2+</sup>), magnesium (Mg<sup>2+</sup>), silikat (Si<sup>2+</sup>), mangan (Mn<sup>2+</sup>) serta unsur-unsur mikro lainnya dalam tanah (Lampiran 2), karena sifat-sifat tersebut pemberian terak baja dalam takaran tertentu dapat meningkatkan hasil dan kualitas hasil tanaman serta meningkatkan efisiensi pemupukan. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Riwandi (2010) yang menunjukkan bahwa terak baja memberikan hasil tanaman lebih baik daripada batu kapur, karena mengandung unsur kalsium, magnesium, silikat dan unsur mikro. Terak baja juga digunakan untuk bahan pembenah tanah (amelioran) dan bahan pupuk di bidang pertanian.

Di sisi lain penambahan bokashi sekam padi juga dapat meningkatkan biomassa tanaman pada brokoli. Hal ini disebabkan C- organik yang terdapat dalam

bokashi sekam padi tidak hanya menghasilkan kondisi fisik tanah yang baik, tetapi juga menambah unsur hara bagi tanaman, meningkatkan pH tanah dan kapasitas tukar kation, menurunkan Al-dd serta meningkatkan aktivitas biologi tanah (Subowo dkk., 1990 dan Sukristiyonubowo dkk., 1993).

### Hubungan Kemantapan Agregat Tanah dengan Biomassa Tanaman Brokoli Setelah Panen

Susunan agregat tanah atau fragmen tanah memiliki pengaruh terhadap produksi tanaman. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 1 dimana terdapat hubungan antara kemantapan agregat tanah dengan biomassa tanaman brokoli.



Gambar 1. Hubungan Kemantapan Agregat Tanah dengan Biomassa Tanaman Brokoli Setelah Panen.

Data pada Gambar 1 menunjukkan bahwa kemantapan agregat tanah (X) mempunyai hubungan dengan biomassa tanaman brokoli (Y), semakin stabil atau kecil nilai kemantapan agregat tanah maka biomassa tanaman brokoli semakin besar ( $r = -0,40$ ). Berdasarkan persamaan regresi linier  $\hat{Y} = 145,0 - 11,00X$  ( $R^2 = 0,161$ ), biomassa tanaman brokoli dipengaruhi oleh kemantapan agregat tanah sebesar 40%. Faktor-faktor lain memberikan pengaruh sebesar 60% terhadap biomassa tanaman brokoli.



### KESIMPULAN

Tidak terdapat interaksi antara terak baja dengan bokashi sekam padi terhadap kemantapan agregat tanah dan biomassa tanaman pada brokoli setelah panen. Namun penambahan bokashi sekam padi dapat menstabilkan kemantapan agregat tanah pada brokoli. Penurunan terbesar terjadi pada dosis 5,0% ( $b_2$ ), yaitu 3,25, namun pada dosis 2,5% ( $b_1$ ) bokashi sekam padi, kemantapan agregat tanah pada brokoli sudah menurun. Stabilitas agregat tanah yang mantap dengan nilai 3,75 pada brokoli merupakan media tanam yang baik bagi tanaman. Terdapat hubungan antara kemantapan agregat tanah dengan biomassa tanaman brokoli.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Saya mengucapkan terima kasih kepada Dr. Rina Devnita, Ir., M. S., M. Sc dan kepada Dr. Rachmat Harryanto, Ir., M.S selaku pembimbing saya, sehingga dapat menyelesaikan penelitian ini. Saya mengucapkan terima kasih juga kepada Balai Penelitian Tanaman Sayuran (Balitsa) , Lembang karena telah mengizinkan lahannya digunakan untuk penelitian saya.

### DAFTAR PUSTAKA

- Agusetyadevy, I, S. Sumiyati dan E. Sutrisno. 2013. Fitoremediasi Limbah yang mengandung Timbal (Pb) dan Kromium (Cr) dengan Menggunakan Kangkung Air (*Ipomoea aquatica*). Jurnal Teknik Lingkungan. 1: 1-8.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2013. Luas Panen, Produksi dan Produktivitas Kubis, 2009-2013. Online; <http://www.bps.go.id/>. (Diakses tanggal 25 Juni 2014).
- Bohn, H. L., B. L. Mc. Neal and G. A. O'Connor. 1979. Soil Chemistry. John Willey and Sons, New York.
- Devnita, R. 2010. Genesis dan Karakteristik Tanah Abu Gunungapi. Unpad Press, Bandung.
- Harjowigeno, S. 2003. Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis. Akademika Pressindo, Jakarta.
- Haryanto, E., T. Suhartini dan E. Rahayu. 2003. Sawi dan Selada. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Notohadiprawiro, T. 1993. Logam Berat dalam Pertanian. Artikel: Naskah Ceramah di Pusat Penelitian Kelapa Sawit, Medan 28 Agustus 1993.

- Panda, S. K and Choudhury. 2005. Chromium Stress in Plants. Brazillian Journal Plant Physiology. 17: 95-102.
- Perdana, T., J. Sauman dan E. Wulandari. 2013. Penerapan IPTEK untuk Meningkatkan Daya Saing Petani Sayuran dalam Memenuhi Permintaan Pasar Ekspor. Artikel Forum Tahunan LIPI 2013.
- Priandoko, D. A., N. M. S. Parwanayoni dan I. K. Sundra. 2013. Kandungan Logam Berat (Pb dan Cd) pada Sawi Hijau (*Brassica rapa* L. Subsp. *Perviridis* Bailey ) dan Wortel (*Daucus Carrota* L. Var. *Sativa* Hoffm) yang Beredar di Pasar Kota Denpasar. Jurnal Simbiosis. I (1) : 9-20.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan (Puslitbang) Hortikultura. 2013. Budidaya Tanaman Kubis. Online; <http://hortikultura.litbang.deptan.go.id/>. (Diakses tanggal 14 Juli 2013).
- Rasyid, B. 2012. Aplikasi Kompos Kombinasi Zeolit dan Fosfat Alam untuk Peningkatan Kualitas Tanah Ultisol dan Produktivitas Tanaman Jagung. Jurnal Agrisistem. 8 (1). ISSN: 1858-4330.
- Riwandi. 2010. Terak Baja : Bahan Amelioran Dua Mata Pisau Pertanian. Makalah Lokakarya Nasional Pemanfaatan Slag untuk Pertanian, Bogor.
- Sarief. E.S. 1989. Fisika- Kimia Tanah Pertanian. C. V. Pustaka Buana, Bandung.
- Stevenson, F. T. 1982. Humus Chemistry. John Wiley and Sons, New York.
- Subowo, J. Subagja dan M. Sudjadi. 1990. Pengaruh Bahan Organik terhadap Pencucian Hara Tanah Ultisol Rangkasbitung Jawa Barat. Pemberitaan Penel Tanah dan Pupuk. 9 : 26-31.
- Sukmawati. 2011. Jerapan P pada Andisol yang Berkembang dari Tuff Vulkan Beberapa Gunung Api di Jawa Tengah dengan Pemberian Asam Humat dan Asam Silikat. Media Litbang Sulteng IV (1) : 30 – 36. ISSN: 1979 – 5971.
- Suyono, A. D., T. Kurniatin, S. Mariam, M. Damayanti, T. Syammusa, A. Yuniarti, E. Trinurani dan Y. Machfud. 2008. Pupuk dan Pemupukan. Unpad Press, Bandung.
- Tan, K. H. 1998. Principles of Soil Chemistry. Marcel Decker Inc., New York.
- Uehara, G and G. Gillman. 1982. The Mineralogy, Chemistry and Physics of Tropical Soil with Variable Charge Clays. Westview Press, Boulder, Colorado.
- Umar, S. 2008. Pengaruh Kadmium pada Pertumbuhan *Panicum maximum* Jacq. *In vitro*. Tesis. Program Pascasarjana. Institut Teknologi Bandung, Bandung. (Dipublikasikan).
- Yulnafatmawita, A., R. A. Naldo dan A. Rasyidin. 2012. Analisis Sifat Fisika Ultisol Tiga Tahun Setelah Pemberian Bahan Organik Segar di Daerah Tropis Basah Sambar. J. Solum. 9 (2): 91-97. ISSN: 1824-7994.
- Wasonowati, C. 2009. Kajian Saat Pemberian Pupuk Dasar Nitrogen dan Umur Bibit pada Tanaman Brokoli (*Brassica oleraceae* var. *Italica* Planck). Agrovigor. 2 (1).

Watt, M., M. E. Mc. Cully and C. E. Jeffree.1993. Plant and Bacterial Mucilages of the Maize Rhizosphere: Comparison of Their Soil Binding Properties and Histochemistry in a Model System. *Plant Soil*. 151: 151-165.